



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1015332-2 B1



(22) Data do Depósito: 26/03/2010

(45) Data de Concessão: 24/05/2022

(54) Título: MÉTODO DE FRATURAMENTO DE FORMAÇÃO

(51) Int.Cl.: E21B 43/26; E21B 33/12; E21B 23/06.

(30) Prioridade Unionista: 17/04/2009 US 12/425,983.

(73) Titular(es): BAKER HUGHES INCORPORATED..

(72) Inventor(es): BENETT M. RICHARD; YANG XU.

(86) Pedido PCT: PCT US2010028784 de 26/03/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/120469 de 21/10/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 17/10/2011

(57) Resumo: SISTEMA DE FRATURAMENTO DE POÇO CRU. A presente invenção refere-se à operação de fraturamento sendo feita em poço cru sem isolamento de espaço anular. O espaço anular abrange elementos telescópicos que estão localizados atrás de válvulas de isolamento. Um dado banco de elementos telescópicos pode ser descoberto e os elementos telescópicos estendidos para abarcar o espaço anular e encaixar a formação em uma maneira de vedação. Fluido de fraturamento pressurizado pode ser bombeado através das passagens em telescópio e da porção da formação desejada fraturada. Em uma formação adequada, a cimentação não é necessária para manter a integridade do furo de poço. Os elementos telescópicos opcionalmente, podem ter telas. Normalmente, a natureza da formação é tal que a vedação com cascalho também não é requerida. Uma coluna de produção pode ser inserida na coluna com os dispositivos telescópicos e porções de formação de interesse podem ser produzidas através dos elementos telescópicos seletivamente expostos.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO DE FRATURAMENTO DE FORMAÇÃO**".

CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] O campo da invenção é o fraturamento e, mais particularmente, um método para fraturamento em poço cru, sem isoladores de zona externos.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[0002] Há duas técnicas comumente usadas para fraturar em um método de completamento. A figura 1 mostra uma perfuração de poço 10 que tem uma coluna de revestimento 12 que é cimentada 14 no espaço anular circundante 16. Isso é feito, normalmente, através de uma sapata de cimentação (não mostrada), na extremidade inferior da coluna de revestimento 12. Em muitos casos, se a perfuração ainda fosse considerada, a sapata é triturada e a perfuração avança. Após a coluna 12 ser cimentada e o cimento 14 endurecer uma pistola de perfuração (não mostrada) é testada e dispara para fazer perfurações 18, que são, então, fraturadas com fluido distribuído da superfície seguido pela instalação e colocação de um vedador ou conjunto vedador acima 20 para isolar as perfurações 18. Após o que o processo é repetido onde a pistola perfura, seguido pelo fraturamento e seguido pela colocação de outro vedador ou conjunto vedador acima das perfurações feitas e fraturadas recentemente. Em sequência, a perfuração e os pares de vedador/ conjunto vedador 22, 24; 26, 28; 30, 32 e 34 são colocados no lugar no poço 10, trabalhando do fundo 36 em direção à superfície de poço 38.

[0003] Uma variação desse esquema é eliminar a perfuração através da colocação nos elementos telescópicos da parede de revestimento que podem ser estendidos seletivamente através do cimento, antes de seu endurecimento, para criar passagens para criar passagens na formação e formar uma ponte no espaço anular . O uso

de elementos extensíveis para substituir o processo de perfuração é ilustrado no USP 4.475.729. Uma vez que os elementos sejam estendidos, o espaço anular é cimentado e as passagens filtradas são abertas através dos elementos extensíveis, de modo que, neste caso particular, o poço pode ser usado em serviço de injeção. Embora a perfuração seja eliminada com os elementos extensíveis, o custo de uma tarefa de cimentação mais o tempo da plataforma de perfuração pode ser muito alto e, em algumas localizações, as complicações do local do poço podem aumentar o custo.

[0004] Mais recentemente, vedadores externos que incham nos fluidos de poço ou que de outro modo podem ser definidos, tais como 40, 42, 44, 46 e 48, na figura 2, podem ser definidos no exterior da coluna 49 para isolar zonas 50, 52, 54 e 56, onde há uma válvula, tipicamente, uma luva deslizante 58, 60, 62 e 64 nas respectivas zonas. A coluna 49 é pendurada do revestimento 66 e é tampada em sua extremidade inferior 67. Usando uma variedade de dispositivos conhecidos para deslocar as luvas, elas podem ser abertas em qualquer ordem desejada, de modo que os espaços anulares 68, 70, 72 e 74 podem ser isolados entre dois vedadores de modo que fluido de fraturamento pressurizado pode ser distribuído no espaço anular e ainda dirigir pressão para a formação circundante. Esse método de fraturamento envolve a colocação de vedadores adequados, ao fazer-se a coluna, e retardos para permitir que os vedadores inchem a fim de isolar as zonas. Há também incertezas potenciais quanto a se todos os vedadores obtiveram uma vedação de modo que a pressão desenvolvida na coluna seja enviada, confiavelmente, para a coluna 49 na superfície. Alguns exemplos de vedadores de inchamento são USP 7.441.596; 7.392.841 e 7.387.158.

[0005] O que é necessário e proporcionado pelo método da presente invenção é uma técnica para apontar com precisão a pressão

de fraturamento aplicada à formação desejada, ao mesmo tempo em que dispensa procedimentos caros, tais como cimentação e vedadores de espaços anulares, onde as características de formação são tais que o poço manterá a sua integridade. A pressão na coluna é distribuída através de condutos extensíveis que entram na formação. Determinados bancos de condutos são acoplados com um dispositivo de isolamento de modo que apenas o banco ou bancos de interesse que devem ser fraturados em qualquer dado momento são abertos seletivamente. A pressão distribuída através dos condutos estendidos segue reta para a formação e desvia o espaço anular. Aquelas e outras características da presente invenção serão compreendidas mais prontamente por aqueles habilitados na técnica a partir de uma análise da descrição da modalidade preferida e da figura 3 associada, ao mesmo tempo da compreensão de que o escopo total da invenção é determinado pelo escopo literal e equivalente das reivindicações anexas.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0006] Uma operação de fraturamento é feita em poço cru sem isolamento do espaço anular. O espaço anular é abrangido pelos elementos telescópicos que estão localizados atrás de válvulas de isolamento. Um dado banco de elementos telescópicos pode ser descoberto e os elementos telescópicos estendidos para abarcar o espaço anular e encaixam a formação de maneira vedante. O fluido de fraturamento pressurizado pode ser bombeado através das passagens em telescópio e da porção da formação desejada fraturada. Em uma formação adequada, a cimentação não é necessária para manter a integridade do furo de poço. Os elementos telescópicos, opcionalmente, podem ter telas. Normalmente, a natureza da formação é tal que a vedação com cascalho também não é requerida. Uma coluna de produção pode ser inserida na coluna com os dispositivos em telescópio

e as porções de formação de interesse podem ser produzidas através dos elementos telescópicos expostos seletivamente.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0007] Figura 1 é um sistema da técnica anterior de cimentação de um revestimento e perfurando, sequencialmente, e definindo vedadores internos ou conjunto de vedadores para isolar as zonas à medida que elas são perfuradas e fraturadas.

[0008] A figura 2 é outro sistema da técnica anterior usando vedadores externos de inchamento no espaço anular para isolar zonas que são acessíveis com uma válvula de luva deslizante;

[0009] A figura 3 mostra o método da presente invenção usando passagens extensíveis na formação que são acessadas seletivamente, com uma válvula, de modo que a formação pode ser fraturada diretamente da coluna enquanto desviada do espaço anular do poço cru; e

[0010] A figura 4 é uma vista detalhada de uma passagem em telescópio na posição estendida;

[0011] As figuras 5a e 5b mostram um elemento telescópico estendido com uma luva deslizante e aberto para formação de acesso ao mesmo tempo; e

[0012] As figuras 6a e 6b mostram uma coluna de execução com dispositivos extensíveis para estender as passagens telescópicas até a formação.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA MODALIDADE PREFERIDA

[0013] A figura 3 ilustra um poço cru 100 abaixo de um revestimento 102. Um revestimento vedador 104 é suspenso do revestimento 102, usando um suspensor de revestimento vedador 106. Um conjunto de fraturamento 108 é típico dos outros ilustrados na figura 3 e aqueles habilitados na técnica apreciarão que qualquer número de conjuntos 108 pode ser usado os quais são, na maior parte, similares, mas podem

ser variados para acomodar a atuação em uma sequência desejada, como será explicado abaixo.

[0014] Conforme mostrado na figura 4, cada conjunto 108 tem um dispositivo de fechamento que é, de preferência, uma luva deslizante 110 que pode ser, opcionalmente, operável com uma esfera 114 que desce em uma sede 112. Em uma modalidade, as sedes e as esferas que neles descem são todas de tamanhos diferentes e as luvas podem ser fechadas em uma sequência de baixo para cima, primeiro descendo esferas menores em sedes menores que estão nos conjuntos inferiores 108 e, progressivamente, descendo esferas maiores, que descerão em sedes diferentes para fechar a válvula 110.

[0015] O arranjo de elementos telescópicos 116, cobertos seletivamente por uma válvula 110, pode estar em qualquer número ou arranjo ou tamanho, conforme necessário na aplicação para as taxas de fluxo esperadas para fraturamento ou produção subsequente. O conjunto telescópico 116 é mostrado na posição retraída na figura 3, enquanto os elementos telescópicos 116' são mostrados na mesma figura 3 na posição estendida contra a parede de furo de poço 100. Na modalidade preferida, todos os elementos telescópicos 116 são, inicialmente, obstruídos com um obturador 118, de modo que a pressão interna no revestimento vedador 104 resultará em extensão telescópica entre dois ou mais elementos em cada conjunto, tal como 120 e 122 ou, porém, muitos segmentos relativamente móveis são necessários, dependendo da largura do espaço anular que tem que ser atravessado para alcançar as extremidades de guia 124 na formação de modo que a pressão dirigida penetrará na formação e não entrará no espaço anular aberto 126. Os obturadores 118 são para permitir que todos os conjuntos 116 se estendam em resposta às válvulas 110 em cada conjunto 116 sendo abertas e pressão aplicada no interior do revestimento 104. Uma vez que todos os conjuntos telescópicos

estejam estendidos, os obturadores 118 em cada um podem ser removidos. Isso pode ser feito de muitas maneiras, mas uma maneira é usar obturadores que podem desaparecer, tais como obturadores de liga de alumínio que se dissolverão em um fluido introduzido. Cada ou algum dos conjuntos podem ter um material de tela 128 na passagem que se forma após a extensão e após a remoção do obturador 118.

[0016] A válvula 110, associada com cada conjunto telescópico 116 também pode ser operada com uma ferramenta de desvio de luva em qualquer ordem desejada. Cada válvula pode ter um perfil único que pode ser encaixado por uma ferramenta de desvio nas mesmas ou em viagens separadas para agilizar o fraturamento com uma válvula 110 e seu arranjo telescópico associado 116 pronto para fraturamento de mais do que uma válvula 110 e arranjo telescópico 116.

[0017] Como outra alternativa para o fechamento da válvula 110, sedes de esferas articuladas podem ser usadas as quais aceitam uma esfera de um dado diâmetro e permitem que a válvula 110 seja operada e a esfera passe após movimentação da sede onde esse movimento da sede configura uma outra sede em outra válvula 110 a fim de formar para aceitar outro objeto que tem o mesmo diâmetro que o primeiro objeto lançado e ainda operar uma válvula diferente 110. Outras técnicas podem ser usadas para permitir que mais de uma válvula seja operada em uma única viagem no poço. Por exemplo, uma ferramenta de desvio articulada pode ser testada e atuada de modo que no caminho para fora ou para dentro do poço pode abrir ou fechar uma ou mais de uma válvula, com base nos perfis de encaixe único em cada válvula, que é, de preferência, uma luva deslizante ou mesmo com perfis de desvio comum, usando a localização conhecida de cada válvula e atuação de ferramenta de desvio antes de alcançar uma válvula específica que precisa de desvio.

[0018] Alternativamente, um conjunto de discos de ruptura para

quebrar em diferentes classificações de pressão pode ser usado para sequenciar quais as passagens telescópicas que se abrirão em uma dada pressão e em uma sequência particular. Contudo, uma vez que um disco de ruptura é quebrado para abrir o fluxo através de um banco de passagens telescópicas, aquelas passagens não podem ser fechadas mais uma vez, quando outro conjunto de discos é quebrado para acesso à outra zona. Com luvas deslizantes todo o volume e pressão disponíveis podem ser dirigidos para um banco de passagens predeterminado, mas com discos de ruptura há menos versatilidade, se zonas particulares tiverem que ser fraturadas em isolamento.

[0019] O método da presente invenção permite o fraturamento em poço cru com direção do fluido de fatura na formação sem a necessidade de barreiras anulares e em uma formação adequada o fraturamento pode ocorrer no poço cru sem cimentar o revestimento vedador. Essa técnica em combinação com válvulas no máximo ou todos os conjuntos telescópicos permite o fraturamento no pino feito nas localizações necessárias e na ordem desejada. Após o fraturamento, algumas ou todas as válvulas podem ser fechadas para desligamento em todo o poço onde o fraturamento ocorre ou abrir, seletivamente, uma ou mais localizações para produção através do revestimento vedador e em uma coluna de produção (não mostrada). O método resultante economiza o custo de cimentação e o custo de barreiras de espaço anular e permite que todo o processo até o ponto da tarefa de fraturamento seja feito em menos tempo do que os métodos anteriores, tais como aqueles descritos nas figuras 1 e 2.

[0020] Embora os conjuntos telescópicos sejam discutidos como a modalidade preferida, outros desenhos são considerados que podem, efetivamente, abarcar a folga do espaço anular circundante, de modo a encaixar a formação de forma que facilita a transmissão de pressão e reduz a pressão ou a perda de fluido no espaço anular circundante

Aqueles habilitados na técnica apreciarão que esse método está focalizado nas formações consolidadas do poço onde o colapso do furo não é uma questão significativa.

[0021] Uma alternativa para estender os conjuntos 116 hidraulicamente é fazê-lo mecanicamente. Conforme mostrado como 130 na figura 5, as unidades telescópicas são retraídas no revestimento de modo a não se estenderem além de seu diâmetro externo 132, quando instaladas. Quando a luva deslizante 134 se desloca na figura 5b, tal como quando a esfera 138 desce na sede 140, a luva deslizante 134 tem um afunilamento 136 que aplica força mecânica sobre as unidades telescópicas 130 e as estendem para tocar a formação, conforme mostrado como 131. Embora uma luva deslizante seja preferida, quaisquer dispositivos mecânicos podem ser usados para estender, mecanicamente, as unidades telescópicas. Um exemplo, mostrado nas figuras 6a e 6b, é usar uma coluna de execução 142 com empurradores dobráveis 144 para empurrar as unidades telescópicas, conforme mostrado nas figuras 6a e 6b. Os empurradores podem ser estendidos com pressão interna ou por outros meios. Nesse caso, um dispositivo de fechamento é opcional.

[0022] Outra alternativa para empurrar para fora os conjuntos 116 com pressão, usando componentes telescópicos, é incorporar a expansão do revestimento vedador 104 para obter os conjuntos na formação circundante. Isso pode ser com uma combinação de um conjunto telescópico acoplado com expansão tubular. A expansão do revestimento vedador pode ser com um dilatador (swage) cujo progresso aciona para fora os conjuntos que podem ser internos ao revestimento vedador 104 durante a execução. De modo alternativo, a expansão pode ser feita com pressão que não só expande o revestimento vedador 104, mas também estende os conjuntos 116.

[0023] Opcionalmente, as extremidades dianteiras do segmento

telescópico externo 122 podem ser feitas duras e afiadas, tais como com inserções de carboneto ou diamante para auxiliar na penetração na formação, bem como na vedação contra ela. A extremidade dianteira pode ser acastelada ou conter outros padrões de pontos para auxiliar na penetração na formação.

[0024] A descrição acima é ilustrativa da modalidade preferida e muitas modificações podem ser feitas por aqueles habilitados na técnica, sem afastamento da invenção cujo escopo deve ser determinado do escopo literal e equivalente das reivindicações abaixo.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de fraturamento de formação, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- fazer funcionar uma coluna de completação que compreende uma pluralidade de passagens de parede no poço cru;
- abranger um espaço anular em torno da referida coluna com pelo menos algumas das referidas passagens que encaixam a formação, ao mesmo tempo deixando o referido espaço anular substancialmente aberto para a formação;
- distribuir fluido pressurizado através de pelo menos uma das referidas passagens para fraturar a formação com o referido espaço anular substancialmente aberto para a formação, o método compreendendo fechar acesso, seletivamente, para pelo menos uma das referidas passagens de dentro da referida coluna usando pelo menos um elemento de válvula e alongar ou deslocar as referidas passagens em contato com a formação usando o pelo menos um elemento de válvula para abrir o acesso às passagens.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- formar as referidas passagens de elementos telescópicos móveis relativos.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- bloquear, inicial e internamente, as referidas passagens;
- construir pressão nas referidas passagens bloqueadas para mover, relativamente, os elementos telescópicos.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- estender ou desviar, mecânica ou hidraulicamente, as referidas passagens em contato de vedação com a formação.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- expandir a referida coluna para encurtar a distância que as referidas passagens têm que abranger para contatar a formação.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- usar um dilatador para expandir a referida coluna.

7. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- estender ou desviar as referidas passagens através da expansão da referida coluna.

8. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- remover o bloqueio das referidas passagens após a sua extensão no contato de formação.

9. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- dissolver ou remover o bloqueio usando um fluido no poço.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- fornecer uma pluralidade de luvas deslizantes espaçadas como os referidos elementos de válvula para abrir ou isolar, seletivamente, uma pluralidade de passagens associadas com cada luva deslizante.

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- fraturar, em sequência, através de uma pluralidade de passagens associadas com pelo menos duas luvas deslizantes, as referidas luvas selecionadas para serem abertas em sequência, de modo que diferentes grupos de passagens associadas com luvas

deslizantes diferentes podem ser usados para fraturar em qualquer ordem requerida.

12. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- estender ou desviar as referidas passagens independentemente de expansão da referida coluna.

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- expansão da referida coluna após estender ou desviar as referidas passagens.

14. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- abranger o referido espaço anular com todas as referidas passagens através da extensão ou desvio das mesmas aproximadamente ao mesmo tempo.

15. Método, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- manter apenas uma luva deslizante aberta, durante a distribuição de fluido pressurizado para as passagens associadas com a referida luva deslizante aberta.

16. Método, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- fechar a referida luva deslizante aberta e abrir outra luva deslizante que está localizada furo acima da luva deslizante fechada

- em sequência, fechar, a seguir, abrir luvas em uma direção furo acima até que fluido pressurizado seja distribuído através de todas as referidas passagens.

17. Método, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- fechar a referida luva deslizante aberta e abrir outra luva

deslizante que está localizada furo abaixo da luva deslizante fechada;

- em sequência, fechar e, a seguir, abrir luvas em uma direção furo abaixo até que fluido pressurizado seja distribuído através de todas as referidas passagens.

18. Método, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- abertura de todas as referidas luvas deslizantes e apanhando a produção através das referidas passagens.

19. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- colocação de uma extremidade dianteira das referidas passagens em contato de vedação com a formação.

20. Método, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- penetração da formação com a referida extremidade dianteira.

21. Método, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- fornecer um tratamento para afiar ou endurecer na referida extremidade dianteira para facilitar a referida penetração.

22. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

- encaixar as referidas passagens com um elemento extensível em uma segunda coluna que funciona na referida coluna de completação para estender ou desviar as referidas passagens para a formação.

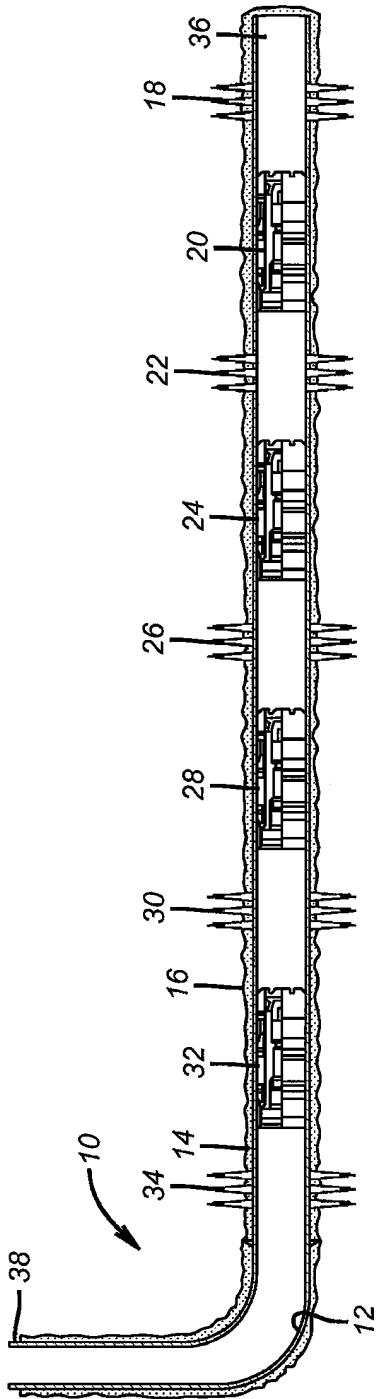


FIG. 1
(TÉCNICA ANTERIOR)

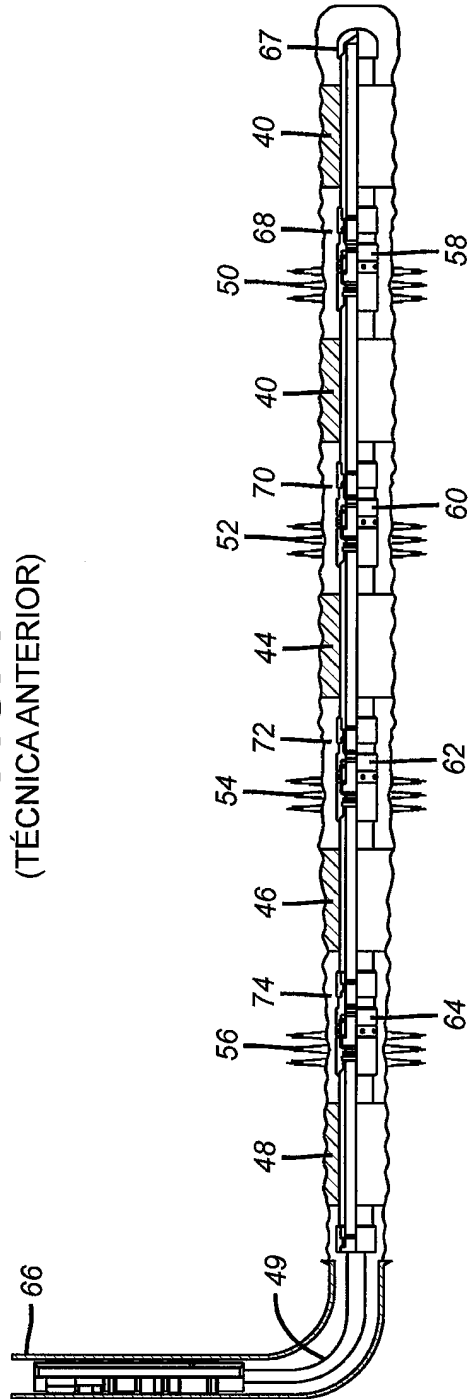


FIG. 2
(TÉCNICA ANTERIOR)

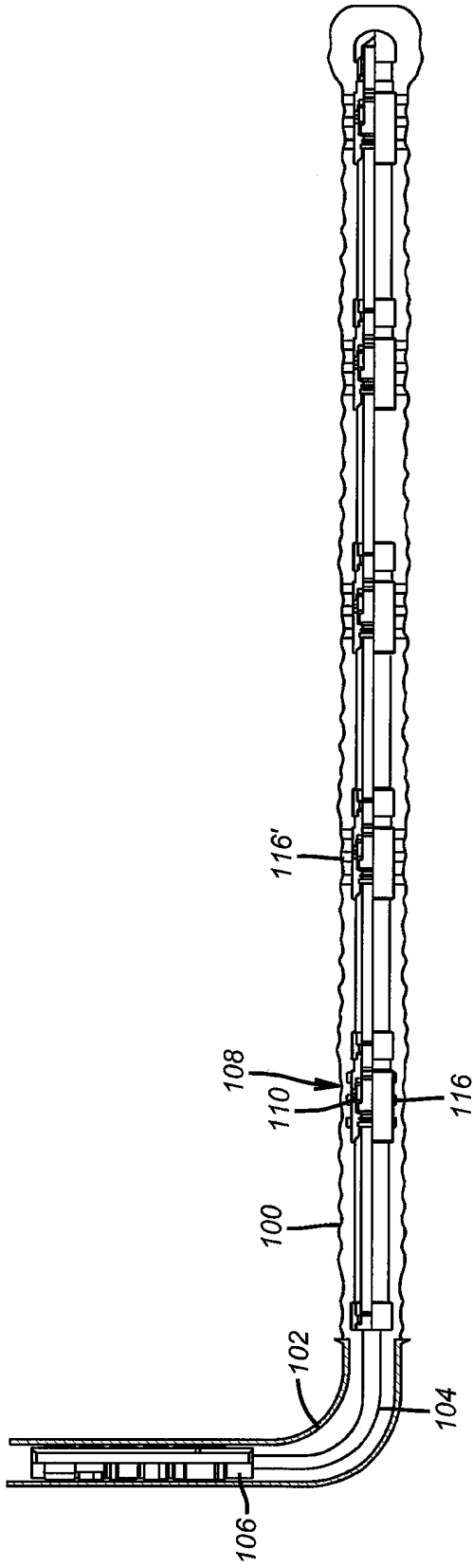


FIG. 3

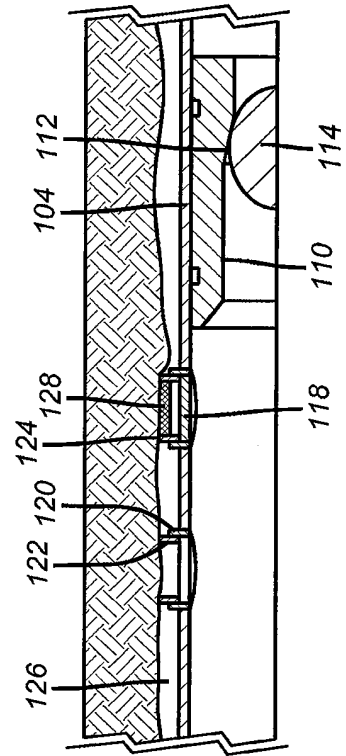


FIG. 4

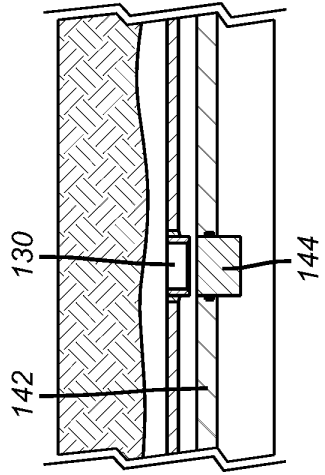


FIG. 6a

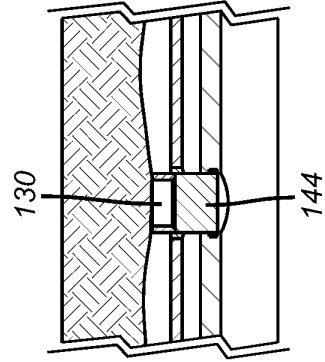


FIG. 6b

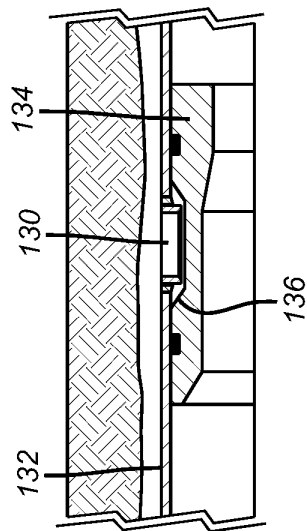


FIG. 5a

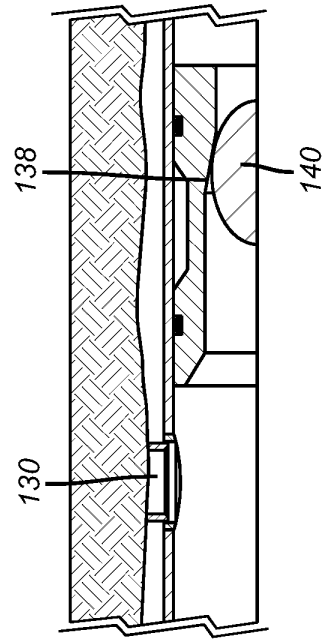


FIG. 5b